

Herstellung von Halbleitersubstraten mit vergrabenen Schichten durch Verbinden von Halbleiterscheiben (Bonden)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung und eine Anordnung von Halbleitersubstraten, insbesondere Silizium-Substrate, z.B. für SOI oder MEMS durch Verbinden von zwei Halbleiterscheiben (Bonden) und Rückdünnen (z.B. Splitten oder Abtrennen) einer der beiden Scheiben mit dem Vorteil einer verringerten Randdefektzone, was durch eine besondere "Kantenverrundung" der zu bondenden Halbleiterscheiben erreicht wird. Die gebondeten Scheiben werden als Scheibenverband im Sinne einer "gebondeten Scheibenanordnung" angesehen.

Zur Herstellung von Halbleitersubstraten mit strukturierten und unstrukturierten vergrabenen Ebenen, z.B. bei der SOI- oder MEMS-Technologie, werden üblicherweise zwei Silizium-Scheiben miteinander flächig verbunden (gebondet). Das Verfahren geht auf Tong und Gösele zurück und wurde als Semiconductor Wafer Bonding eingeführt, vgl. **Science and Technology of Semiconductor Wafer Bonding**, Tong/Gösele, John Wiley and Sons, USA (1999), ISBN 0-471-57481-3, Dezember 1998.

Dabei befindet sich auf einer oder beiden der zu verbindenden Scheibenoberflächen die zu vergrabende Ebene, bzw. ein System von Schichten, die in der Folge des Herstellungsprozesses nicht an der Oberfläche zu liegen kommen.

Nach dem Verbinden wird eine der beiden Scheiben zurückgedünnt, z.B. durch Schleifen/Ätzen/Polieren, oder parallel zu einer nicht in der Verbindungsebene gelegenen Sollbruchebene abgetrennt, z.B. bei SOI-Layer-Transfertechnologien. Die verbleibende Scheibe mit der Schichtstruktur wird als Bauelementscheibe bezeichnet (Device-Wafer), die zurückgedünnte oder abgetrennte Scheibe kann als Spender-Scheibe bezeichnet werden und nach dem Absplitten ggf. für weitere Zwecke verwendet werden.

Aus der **EP-A 451 993** (Shin-Etsu) ist ein Verfahren zur Herstellung eines Substrats für Halbleitereinrichtungen bekannt. Zwei Halbleiterscheiben werden mittels "semiconducotr wafer bonding" miteinander verbunden, wobei eine Kanten geometrie an den zu bondenden Scheiben vorgesehen ist, die eine möglichst defektfreie Randzone erlaubt und große nutzbare Scheibenoberflächen nach einem Reduzieren der Dicke des einen der Wafers erreicht. Es werden bei diesem Verfahren Scheiben eingesetzt, die unterschiedlichen Durchmesser besitzen, so dass sich nach dem Zurückdünnen eine Geometrie nach der dortigen Figur 1c ergibt, gegenüber einer dort als Stand der Technik vorausgesetzten Geometrie des Rand- und Kantenbereichs nach der dortigen Figur 3c. Zugehörige Abflachungen (dort "Bevels" w8, w5 genannt) werden ohne Bezug

zum Scheibendurchmesser angegeben und mit Größenordnungen versehen, so dass der Innenrand bzw. die inneren Enden der beiden Abflachungen radial in etwa gleich gelegen sind, aber bewusst nicht die äußeren Enden, vgl. dort Spalte 6, Zeilen 25 bis 37. Es ergeben sich daraus Facetten unterschiedlicher Länge und ein überstehender Rand der größeren Scheibe, nach dem erfolgenden Zurückdünnen.

Werden zum Verbinden (Bonden) Scheiben mit einer Standard-Kantengeometrie eingesetzt, so kommt es am Scheibenrand in einem Bereich bestimmter Ausdehnung zu fehlerhafter oder völlig fehlender Verbindung (ungebondete Gebiete). Nach dem Rückdünnen oder Abtrennen oder Absplitten der Spender-Scheibe kann sich in diesen Gebieten die von der Spender-Scheibe auf die Bauelementscheibe übertragene Schicht(folge) lösen.

Es entsteht somit ein für den Bauelementeprozess nicht nutzbarer Randbereich und eine sich technologisch negativ auswirkende, d.h. erhöhten Aufwand und Präparationsfehler verursachende undefinierte Randgeometrie des Scheibenverbandes.

Eine Ursache für den ungebondeten Scheibenrandbereich ist die Standard-Kantengeometrie der Scheiben mit einer relativ langen Facette an den zu bondenden Scheibenoberflächen. Im Bereich der Facetten entsteht kein mechanischer Kontakt zwischen den zu bondenden Scheiben, welcher Voraussetzung für die Verbindungsbildung ist. Der dann entstehende undefinierte Scheibenrandbereich nach dem Zurückdünnen des Spender-Wafers führt im weiteren Verarbeitungsprozess der Bauelementscheibe zu Schwierigkeiten, z.B. zu Problemen beim Belacken und bei der Fokussierung (Photolithographie). Die nicht nutzbare Randzone, die üblicherweise bis zu 7mm vom Scheibenrand aus in das Innere der Scheibenfläche reicht, führt zudem zu einem deutlichen Verlust an nutzbarer Scheibenfläche. Dieser kann bei Scheiben mit 150mm-Durchmesser ca. 9% betragen.

Der Erfindung liegt die (technische) Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Halbleitersubstraten durch ein Bonden so zu gestalten, dass sich das nicht nutzbare Randgebiet auf der Bauelementscheibe verringert und die Randgeometrie des Scheibenverbands verbessert wird.

Gelöst wird die Aufgabe mit den im Anspruch 1 oder 20 angegebenen Merkmalen. Alternativ auch mit Anspruch 24 oder 26.

Das Verfahren des Anspruchs 1 weist die Vorteile auf, dass sich die nicht nutzbare Randzone deutlich reduziert. Bevorzugt auf kleiner als 1mm Abstand vom Scheibenrand, d.h. bei einer 150mm-Durchmesser-Scheibe auf ca. 2% (oder weniger

als 2,6%) der Scheibenoberfläche (Ansprüche 11 bis 13). Des weiteren bringt die erfindungsgemäße Kanten geometrie der zu bondenden Scheiben Vorteile beim Rückdünnen nahe der Verbindungszwischenschicht (dem Bondinterface). Da im Bereich der Enddicke der Bauelementscheibe die Facette der Spender-Scheibe in einen zur Scheibenoberfläche nahezu senkrechten Bereich übergeht, wird die Gefahr von Materialausbrüchen deutlich vermindert (Anspruch 14).

Zusätzlich verringern die (lateral) kurzen Facetten am Bondinterface das Risiko des versehentlichen Lösens der Scheiben bei deren Handhabung (Handling), da das ungewollte Einführen eines trennenden Gegenstandes (Pinzette, Magazinbegrenzung) in den kurzen schmalen Restspalt unwahrscheinlicher ist. Man erhält auf diese Weise Substrate mit größerer effektiv nutzbarer Fläche und verbesserter Randqualität. Letzteres bedeutet eine erhöhte Prozeßsicherheit.

Das Verbinden der Halbleiterscheiben zur Schaffung eines Verbandes von zwei Einzelscheiben erfolgt über ein Bondinterface, welches flächiger Natur ist (Anspruch 8). Dieses Bondinterface oder überhaupt die zu bondenden Oberflächen der Scheiben bilden eine Referenzebene, der bezüglich Angaben erfolgen, wie senkrecht dazu oder geneigt dazu. Dieses Koordinatensystem ist bezogen auf den Scheibenverband und nicht auf die Art und Weise, wie und in welcher Lage dieser Scheibenverband hergestellt wird. So ist beispielsweise die Dicke der beiden Scheiben senkrecht zu der genannten Bezugsfläche (Referenzebene) zu sehen. Ein Nennmaß einer Scheibe, beispielsweise 150mm, ist in Richtung dieser Ebene zu betrachten (Anspruch 16).

Haben die den Scheibenverbund bildenden Einzelscheiben vor dem Bonden und nach dem Bonden, vor einem Zurückdünnen, im wesentlichen den selben Durchmesser (Anspruch 17), ist dieser auch in Richtung der genannten Bezugsfläche zu sehen.

Die zurückgedünnte Spenderscheibe (Anspruch 1) erhält beim Zurückdünnen eine geringere Dicke gegenüber der Bauelementscheibe. Unter einem Zurückdünnen ist allgemein jede Art der Reduzierung der Dicke dieser Spenderscheibe zu sehen (Anspruch 2).

Beide Scheiben (Anspruch 3,4) können zumindest eine oder mehrere präparierte Schichten tragen, die im Bereich des Bondinterfaces zur Übertragung von Strukturen führen (Anspruch 2). Diese im Verbund vergrabenen Schichten, welche für ein SOI oder für ein MEMS verwendet werden, sind nicht gesondert dargestellt und können vom Fachmann leicht vorstellbar in den Figuren ergänzt werden (Anspruch 5).

Die Scheiben können bei runder Ausgestaltung mit Nennmaßen zwischen 100mm bis 300mm versehen sein, aber auch größere Scheiben bis zu 450 mm oder 500mm sind möglich (Anspruch 24, Anspruch 6, Anspruch 7). Aufgrund von gleichen Nenn-Durchmessern bei runden Scheibengeometrien entstehen keine Flächenverluste an überstehenden Rändern der größeren Scheiben. Auch der Präparationsaufwand kann reduziert werden.

Genauere Vorgaben zu den Dimensionen und Größenordnungen des speziell verkürzten Randbereiches sind in den Ansprüchen 11 bis 13 enthalten. Nach einem Zurückdünnen ergibt sich bei der in der Dicke reduzierten Scheibe, die als übertragende Schicht auf dem Bauelementwafer verbleibt, eine Randgeometrie, die im wesentlichen senkrecht gegenüber der genannten Bezugsfläche verläuft (Ansprüche 19,10,9). Diese Rand- oder Kantengeometrie ist entstanden aus der Randfacette der in der Dicke reduzierten Scheibe (Ansprüche 14,15). Ein Überstehen dieser Scheibe gegenüber der Randfacette der dickeren Scheibe ist nicht gegeben (Ansprüche 14,15).

Durch Einsatz eines Polierens bei vorhergehenden Arbeitsschritten und die neue, speziell in der lateralen Erstreckung reduzierte Facette entstehen bevorzugt zwei unterschiedlich geneigte Facetten, wobei die Neigungen sich gegenüber der Bezugsfläche ergeben (Anspruch 18). Die Neigungswinkel sind nicht 90° und nicht 0° , sondern liegen jeweils dazwischen. Beide Neigungswinkel definieren Schrägflächen, die radial außerhalb des Bondinterfaces liegen. Die weiter außen liegende Schrägfläche ist in Schrägrichtung gemessen kürzer, insbesondere wesentlich kürzer, als die weiter innen liegende Schrägfläche, die von einem Poliervorgang stammt (edge-roll-off). Dies gilt für beide Halbleiterscheiben, die über das Interface gebondet sind oder werden.

Die Aussagen gemäß obiger Darstellung sind entsprechend auch auf den Scheibenverband (Anspruch 20) zu lesen, wobei hier eine "product-by-process"-Beanspruchung sinngemäß ebenfalls möglich wäre, aber zugunsten der strukturellen Eigenschaften der Scheibe in Anspruch 20 zurückgestellt wurde.

Ein Bezug der Vorrichtungsmerkmale auf diesen Anspruch 20 oder 26 ermöglicht die Hinweise auf die nähere Ausgestaltung der Scheibenanordnung aus zwei gebondeten Halbleiterscheiben (Anspruch 23).

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen erläutert und ergänzt, wobei darauf hingewiesen wird, daß es sich bei der folgenden Darstellung um die Beschreibung von bevorzugten Beispielen der Erfindung handelt.

Figur 1 sind durch Bonden verbundene Si-Scheiben mit einer Standard-Kantengeometrie (schematisch, übertrieben dargestellt).

Figur 2 veranschaulicht die gemäß Figur 1 verbundenen Si-Scheiben in einem Stadium nach einem Rückdünnen, insbesondere Abtrennen oder Absplitten der Spenderscheibe 1 (schematisch, übertrieben dargestellt).

Figur 3 veranschaulicht zwei durch Bonden verbundene Halbleiterscheiben mit angebrachten kurzen Facetten an den zu bondenden Scheibenoberflächen (schematisch, übertrieben dargestellt).

Figur 4 sind die gemäß Figur 3 verbundenen Halbleiterscheiben im Stadium nach dem Rückdünnen/Abtrennen/Absplitten der Spender-Scheibe 1 (schematisch, übertrieben dargestellt).

Figur 5 entspricht Figur 4 mit geschnittener Mitte, um die Dimensionen von Randbereich K und Nutzbereich eines Scheibenverbands zu verdeutlichen.

Zur Herstellung von Substraten mit strukturierten und unstrukturierten vergrabenen Ebenen (SOI-Wafer, spezielle MEMS-Substrate) werden üblicherweise zwei Scheiben 1 und 10 miteinander flächig verbunden, als Bonden oder "gebondet" bezeichnet, vgl. **Figur 1**. Diese ist Prior Art.

Dabei befinden sich auf einer oder beiden der zu bondenden Oberflächen die zu vergrabenden Schichten/Strukturen.

Ursache für eine fehlerhafte oder völlig fehlende Verbindung im Scheibenrandbereich X ist die Kantengeometrie 5 mit langen Facetten 2 an den zu bondenden Oberflächen, welche zusätzlich beim Polierprozess der zu bondenden Oberflächen im erweiterten Randbereich zu einer allmählichen Abflachung (als "Edge roll-off" bekannt) der Waferoberfläche führen. Die Ausdehnung dieser leichten Abflachung kann sich vom Rand aus über ca. 100µm bis zu wenigen mm erstrecken. Unter langen Facetten 2 sind solche zu verstehen, mit einer Länge $L_1 \gg 75\mu\text{m}$ bis ca. 400µm (zu lesen als L_1 "sehr viel größer" als die genannten Maße).

Durch beide Effekte (lange Facette sowie Edge roll-off) können beim Bonden die Scheiben im Randbereich stellenweise nicht in einen mechanischen Kontakt gebracht

werden, welcher die wichtigste Voraussetzung für eine Verbindungsbildung darstellt, wie sie im Bereich 4 vorliegt, als flächiges Bondinterface.

Nach dem Verbinden wird eine der beiden Scheiben "zurückgedünnt" (reduziert, abgeschliffen oder abgetrennt, insbesondere gesplittet). So wird eine mehr oder weniger dünne Schicht von der Spender-Scheibe 1 auf die Bauelementscheibe 10 übertragen.

Die zum Stand der Technik beschriebenen Gegebenheiten nach den Figuren 1, 2, können – soweit unten nichts abweichendes erläutert wird – auf den Herstellungsprozess und die sich aus diesem Herstellungsprozess ergebende Scheibenstruktur aus zwei gebondeten Scheiben übertragen werden.

Bei der **Figur 3** wird der Zustand gezeigt, in dem bereits die beiden Scheiben über das Bondinterface 4 miteinander verbunden sind, zu einem Scheibenverbund 1, 4, 10 aus oberer Spenderscheibe und unterer Bauelementscheibe, verbunden über das diese beiden Scheiben zusammenhaltende Interface 4 flächiger Natur. Im Randbereich 7 ist erkennbar, dass er wesentlich gedrungener und in Richtung zur Bezugsfläche (orientiert am Bondinterface 4) kürzer erscheint, als derjenige Randbereich 2 des Standes der Technik, mit einer größeren Länge L1. Demzufolge wird auch ein reduziertes Einflussgebiet dieses Randgebietes erwartet, welches in Figur 4 mit K bezeichnet ist, bei der neuen, gedrungener wirkenden Randgeometrie 7 nach **Figuren 4 und 3**. Das Randeinflussgebiet K ist demzufolge kleiner als das Randeinflussgebiet X von **Figur 2**.

Der Zustand, in welchem die obere Bauelementscheibe 1 zurückgedünnt wurde, beispielsweise durch Schleifen, Absplitten oder sonstiges Abtrennen, ist in **Figur 4** gezeigt, als Halbleitersubstrat mit einer nicht dargestellten, aber leicht vorstellbaren Schicht, die präpariert ist oder elektronische Bauteile aufweist oder MEMS trägt. Das Bondinterface 4 dient als Vergleichsbasis und Bezugsebene.

Nach dem Abtrennen entsteht bei der verbliebenen dünnen Schicht d1, mit einem Nenndurchmesser von D1 eine im wesentlich vertikal verlaufende Randkante 7a, die im Rand- oder Kantenbereich 7 liegt. Zu diesem Kantenbereich 7 und seiner Geometrie zählt die besonders kurze Facette 3a (bei der einen Scheibe 10) und die besonders kurze Facette 3b bei der Spenderscheibe 1. Die sich durch das Edge-Roll-Off bildende weitere Abflachung 6a (erste Scheibe) und 6c (zweite Scheibe) bringt eine unterschiedliche Neigung gegenüber der Bezugsebene, relativ zur kurzen Facette 3a bzw. 3b.

Nach dem Bonden und dem Reduzieren der Dicke der Spenderscheibe 1, ergibt sich die Anordnung nach Figur 4 (im vertikalen Querschnitt), wobei die Größenordnungen leichter durch die Figur 5 erfasst werden, zur Verdeutlichung der Dimensionen des Randbereiches gegenüber dem Nenndurchmesser einer rund ausgebildeten Scheibe.

5 Hier sind Scheiben im Größenordnungsbereich von oberhalb 100 mm bis hin zu 500mm einsetzbar und die gegebenen Maße beziehen sich jeweils auf ein Nennmaß von 150mm bei einer rund gewählten Scheibenanordnung.

Durch die stellenweise mangelhafte Verbindung der Scheibenoberflächen nach Figur 2 kann es beim Splitten, Zurückschleifen bzw. Abtrennen der Spender-Scheibe zu mechanischen und/oder chemischen Beschädigungen, wie Cracks, Eindringen von Flüssigkeiten durch Kapillareffekt etc., im erweiterten Randbereich 5 kommen. Dieser defektbehaftete Bereich X erstreckt sich bis zu 7mm.

Dieser Randbereich 5 entfällt damit für eine weitere Nutzung der (gebondeten) Bauelementscheibe und kann zudem zu weiteren Schwierigkeiten bei der Weiterverarbeitung führen, z.B. ein Trapping von Kontaminationen, etc.

Zur Vermeidung dieser nachteiligen Einflüsse werden für das Bonden nach Figur 3 Scheiben 1,10 mit spezieller Kantengeometrie verwendet, welche sich durch eine besonders kurze Facette 3 auf den zu bondenden Seiten auszeichnet. Bevorzugt ist eine Länge $L2 < 75\mu\text{m}$ bei Scheiben mit typisch 100mm bis 300mm Durchmesser, bevorzugt auch oberhalb dieses Maßes bis hin zu Durchmessern D1 im Bereich von 500mm.

Die Facette 6b an der Rückseite kann (aber muss nicht) entsprechend länger sein.

Die sehr kurzen Facetten 3a an den zu bondenden Oberflächen reduzieren eine weitere Abflachung der zu bondenden Oberflächen im Randbereich 7 beim durchgeführten Polieren (Edge roll-off).

Insgesamt ergibt sich beim Bonden von Scheiben mit der beschriebenen Rand- oder Kantengeometrie 7 eine deutlich geringere Randdefektzone K und damit eine größere nutzbare Oberfläche der Bauelementscheibe. Insbesondere erstreckt sich die Randdefektzone K kleiner als 1mm vom Rand.

Die niedrigere Zahl der Randdefekte verringert auch Probleme bei der Weiterverarbeitung der Bauelementscheibe (weniger Trapping von Kontamination in Randcracks etc.).

Der möglichst defektfreie Randbereich ergibt sich so als wesentlich geringer, als beispielsweise der Figur 1 des Standes der Technik. Es wird mit Figur 3 weniger als 7 mm bei einem Durchmesser D1 von im wesentlichen 150mm erreicht, woraus sich errechnen lässt, dass die Scheibenfläche um wesentlich weniger, als 9% durch die Randeffekte K beeinträchtigt wird, also die nutzbare Fläche bei gleichem Nennmaß erhöht werden kann.

Die Randeffektzone K erstreckt sich weniger weit in die vom Nennmaß her gleiche Scheibengeometrie hinein, insbesondere auch weniger als 5% oder weniger als 2,6% der Scheibenfläche. In einem Berechnungsbeispiel können Werte von etwa 2% der Scheibenfläche erreicht werden, bezogen auf ein Nennmaß von 150mm.

Umgerechnet in absolute Größenwerte entspricht das einem Randbereich mit Randeffekten von weniger als 1mm als Umfangsstreifen bei runder Geometrie und etwa gleichen Nenn-Abmessungen der beide Einzelscheiben 1,10.

... ..

Bezugszeichenübersicht

- 1, 10: zu bondende Halbleiterscheiben
- 2: Facetten der Länge L1, hier lang
- 5 3a, 3b: Facetten der Länge L2, hier kurz
- 4: Bondinterface
- 5: Ausdehnung des defekten (nicht ausreichend gebondeten) Randbereichs:
Randdefektzone, hier weiter ins Scheibeninnere hineinreichend.
- 6, 6a, 6b: Edge roll-off, abgeflachte Zonen am WaFerrand, politurbedingt.
- 10 7: Ausdehnung des defekten (nicht ausreichend gebondeten) Randbereichs:
Randdefektzone K, hier deutlich weniger weit ins Scheibeninnere
hineinreichend.
- 7a: senkrechter Bereich (vertikaler Randabschnitt)
- K: kleinere Randeffektzone
- 15 D1: Durchmesser der HL-Scheiben (Halbleiterscheiben).
- d1: zurückgedünnte Dicke/Stärke der Spenderscheibe 1

20

25



Ansprüche:

1. **Verfahren** zum Verbinden von zwei Halbleiterscheiben (1,10) mittels eines Semiconductor Waferbonding (1,4,10);
bei welchem Verfahren die zwei zu bondenden Halbleiterscheiben
5 (1,10) an zu bondenden Oberflächen mit einer Rand- oder
Kantengeometrie (7) mit speziell kurzer Vorderseitenfacette
(3a,3b,L2) versehen sind,
um einen möglichst defektfreien Randbereich (7,K) und eine
möglichst große nutzbare Scheibenoberfläche nach einem
10 Zurückdünnen der einen (1) der beiden Scheiben zu erhalten,
insbesondere nach einem Abtrennen, Absplitten oder Abschleifen.
2. Verfahren zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei zumindest eine der zu
bondenden Oberflächen zumindest eine präparierte Schicht oder Strukturen
trägt, welche durch das Bonden (4) und ein späteres Zurückdünnen,
15 insbesondere Zurückschleifen, Absplitten oder Abtrennen, einer (1) der Scheiben
auf die andere (10) der Scheiben übertragen werden.
3. Verfahren zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei die eine (1) der
Scheiben eine Spender-Scheibe oder ein Top-Wafer ist.
4. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 2, wobei die andere (10) der Scheiben
20 eine Bauelementscheibe, ein Device Wafer oder ein Handle Wafer ist.
5. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 2, wobei beide zu bondenden
Oberflächen jeweils eine präparierte Schicht oder Strukturen tragen.
6. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 1, wobei die speziell kurze
Vorderseitenfacette eine in Flächenrichtung gemessene Länge (L2) von unter im
25 wesentlichen 75µm liegt, insbesondere bei einem Durchmesser der zu
bondenden Scheiben im Bereich von 100mm bis 300mm.
7. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 1, wobei die zwei zu bondenden
Halbleiterscheiben (1,10) einem Durchmesser im Bereich von 300mm bis
500mm aufweisen, und beide Scheiben einen im wesentlichen gleichen
30 Durchmesser haben, vor dem Verbinden und vor dem Zurückdünnen der einen
Scheibe (1).
8. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 1, wobei die Bondoberflächen über ein
flächiges Bondinterface (4) verbunden werden.

9. Verfahren zum Verbinden nach vorigem oder Anspruch 1, wobei die Vorderseiten der Halbleiterscheiben (1,10) die gegenüberliegenden, und über das Interface (4) aufeinander zu bondenden Oberflächen sind.
- 5 10. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 1, wobei die Kantengeometrie (7; 6,3a,3b) randseitig das Bondinterface (4) umgibt.
11. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 1, wobei der möglichst defektfreie Randbereich (K) weniger als 7mm, bei einem Durchmesser (D1) von im wesentlichen 150mm der Halbleiterscheiben, beträgt, insbesondere weniger als 9% der Scheibenfläche beträgt.
- 10 12. Verfahren zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei der defektfreie Randbereich (K) weniger als etwa 5%, insbesondere weniger als 2,6% oder etwa 2% der Scheibenfläche beträgt.
13. Verfahren zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei der defektfreie Randbereich K weniger als etwa 1mm beträgt, bei einem Durchmesser (D1) der Halbleiterscheiben von im wesentlichen 150mm.
- 15 14. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 1, wobei im Bereich der Rand- oder Kantengeometrie (7) im Bereich der Enddicke (d1) der zurückgedünnten einen Scheibe (1) ein im wesentlichen senkrechter Abschnitt (7a) oder Bereich vorliegt, entstanden aus der Randfacette der zurückgedünnten Scheibe.
- 20 15. Verfahren zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei der Abschnitt (7a) senkrecht zum flächigen Bondinterface (4) oder zur Scheibenoberfläche verläuft.
16. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 1, wobei die beiden Halbleiterscheiben (1,10) im wesentlichen gleiche Abmessungen in Richtung der Bond- oder Scheibenoberflächen aufweisen, insbesondere im wesentlichen gleichen Durchmesser, wie Nennmaß.
- 25 17. Verfahren zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei die beiden Halbleiterscheiben gleichen Durchmesser (D1) aufweisen.

18. Verfahren zum Verbinden nach Anspruch 1, wobei die Rand- oder Kantengeometrie (7) jeweils zwei unterschiedlich geneigte Facetten (6a,3a) aufweist, geneigt in einem Bereich kleiner als 90° und größer als 0° gegenüber dem Bondinterface (4).
- 5 19. Verfahren zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei das Bondinterface oder die Scheibenoberfläche die Bezugsfläche bildet.
20. **Anordnung** als Verbindung von zwei Halbleiterscheiben (1,10), die mit einem Semiconductor Bonding verbunden wurden, bei dem die gebondeten Scheiben an den gebondeten Oberflächen mit einer Kantengeometrie mit speziell kurzer Vorderseitenfacette (3a,3b,L2), wie kleiner 75µm bei einem
10 Scheibendurchmesser zwischen 100mm und 300mm, versehen sind, um einen möglichst defektfreien Randbereich (7) und eine möglichst große nutzbare Scheibenoberfläche nach dem Zurückdünnen, insbesondere Abtrennen oder Absplitten, der einen Scheibe zu erhalten.
- 15 21. Anordnung nach vorigem Anspruch, wobei eine oder beide der zu bondenden Oberflächen präparierte Schichten oder Strukturen tragen, welche durch das Bonden und späteres Zurückschleifen/Abtrennen einer Scheibe (oft als Spender-Scheibe oder top Wafer bezeichnet) auf die andere Scheiben (oft als Bauelementscheibe, device Wafer oder handle Wafer bezeichnet) übertragen
20 werden.
22. Anordnung nach vorigem Anspruch 20, wobei das Zurückdünnen durch ein Abtrennen erfolgt ist.
23. Anordnung nach vorigem Anspruch 20, mit einem oder mehreren strukturellen Merkmalen der Ansprüche 1 bis 19, auch ohne einen jeweiligen Rückbezug der
25 dort abhängigen Ansprüche.
24. **Verfahren zum Verbinden** von zwei Halbleiterscheiben mittels Semiconductor wafer bonding, bei dem die zu bondenden Scheiben (1,10) an den zu bondenden Oberflächen mit einer Kantengeometrie mit speziell kurzer Vorderseitenfacette (<75µm bei Scheiben mit 100mm bis 300mm oder bis 450mm Durchmesser)
30 versehen sind, um einen möglichst defektfreien Randbereich (7) und eine möglichst große nutzbare Scheibenoberfläche nach dem Zurückdünnen/Abtrennen/Absplitten/Zurückschleifen der einen Scheibe zu erzielen.

25. Verfahren zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei eine oder beide der zu bondenden Oberflächen präparierte Schichten oder Strukturen tragen, welche durch das Bonden und spätere Zurückdünnen einer Scheibe (oft als Spender-Scheibe oder top Wafer bezeichnet) auf die andere (10) der Scheiben (oft als Bauelementscheibe, device Wafer oder handle Wafer bezeichnet) übertragen werden.
26. **Anordnung** zum Verbinden von zwei Halbleiterscheiben mittels Semiconductor bonding, bei dem die gebondeten Scheiben an den gebondeten Oberflächen mit einer Kanten geometrie mit speziell kurzer Vorderseitenfacette (kleiner 75µm bei Scheiben mit 100mm bis 300mm oder bis 450mm Durchmesser) versehen sind, um einen möglichst defektfreien Randbereich (7) und eine möglichst große nutzbare Scheibenoberfläche zu erzielen, nach einem Zurückdünnen/Abtrennen/Absplitten der einen Scheibe.
27. Anordnung zum Verbinden nach vorigem Anspruch, wobei eine oder beide der zu bondenden Oberflächen präparierte Schichten oder Strukturen tragen, welche durch das Bonden und späteres Zurückschleifen/Abtrennen/Absplitten einer Scheibe (oft als Spender-Scheibe oder top Wafer bezeichnet) auf die andere der Scheiben (oft als Bauelementscheibe, device Wafer oder handle Wafer bezeichnet) übertragen werden.
28. Verfahren oder Anordnung nach Anspruch 1 oder 20, wobei von den speziell kürzeren Facetten (3a, 3b) gebildeten ersten Schrägflächen kürzer sind, als radial weiter innen liegende zweite Schrägflächen (6a, 6b), die von einem edge-roll-off stammen, gemessen in Richtung der Erstreckung der jeweiligen Schrägfläche der jeweiligen Halbleiterscheiben.



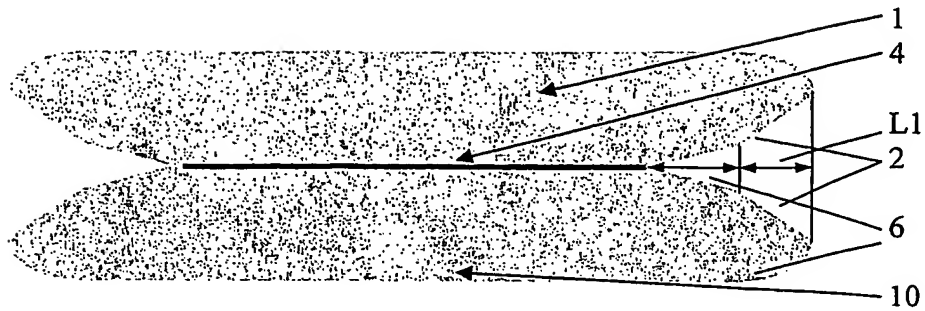


Fig. 1
Prior art

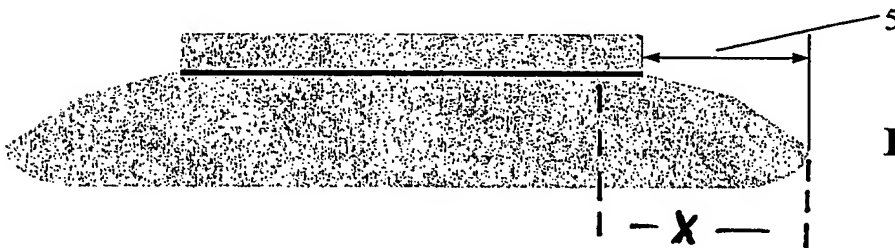


Fig. 2

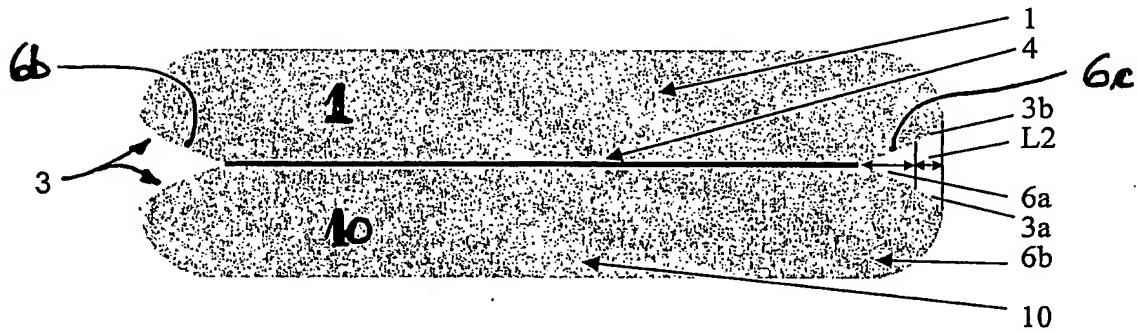


Fig. 3

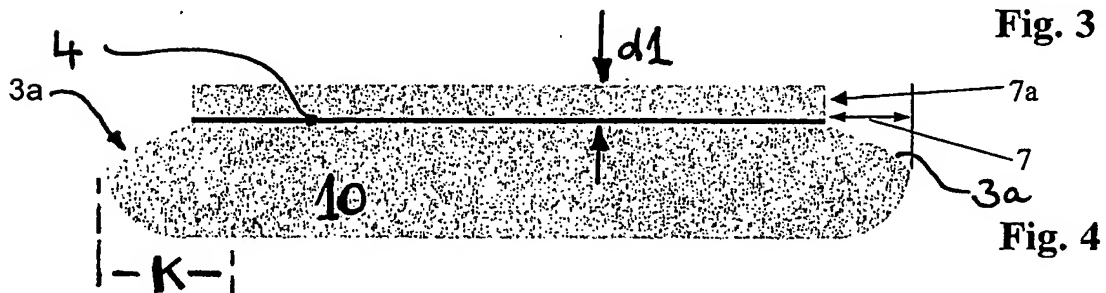


Fig. 4



Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/002638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L21/762

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 189 266 A (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD) 20 March 2002 (2002-03-20) column 8, line 45 - column 10, line 7; figures 3J-30 column 11, line 45 - column 15, line 25; figures 7G-7I, 8J-80	1-28
X	EP 0 451 993 A (SHIN-ETSU HANDOTAI COMPANY, LIMITED) 16 October 1991 (1991-10-16) column 2, line 31 - column 3, line 20; figures 3a-3c column 5, line 26 - column 7, line 15; figures 1a-1c	1-28
A	EP 1 107 295 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 13 June 2001 (2001-06-13) page 4, column 9, paragraph 51 - column 10, paragraph 52; figures 2D-2F	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 April 2005

Date of mailing of the international search report

13/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hedouin, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002638

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1189266	A	20-03-2002	EP 1189266 A1	20-03-2002
			US 2003008478 A1	09-01-2003
			WO 0173831 A1	04-10-2001
			JP 2001345435 A	14-12-2001
			TW 509990 B	11-11-2002
EP 0451993	A	16-10-1991	JP 1915942 C	23-03-1995
			JP 3280538 A	11-12-1991
			JP 6036413 B	11-05-1994
			EP 0451993 A2	16-10-1991
			US 5152857 A	06-10-1992
EP 1107295	A	13-06-2001	CN 1299150 A	13-06-2001
			EP 1107295 A2	13-06-2001
			JP 2001230393 A	24-08-2001
			TW 508690 B	01-11-2002
			US 2001003668 A1	14-06-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002638

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L21/762

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 189 266 A (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD) 20. März 2002 (2002-03-20) Spalte 8, Zeile 45 - Spalte 10, Zeile 7; Abbildungen 3J-30 Spalte 11, Zeile 45 - Spalte 15, Zeile 25; Abbildungen 7G-7I, 8J-80	1-28
X	EP 0 451 993 A (SHIN-ETSU HANDOTAI COMPANY, LIMITED) 16. Oktober 1991 (1991-10-16) Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 20; Abbildungen 3a-3c Spalte 5, Zeile 26 - Spalte 7, Zeile 15; Abbildungen 1a-1c	1-28
A	EP 1 107 295 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 13. Juni 2001 (2001-06-13) Seite 4, Spalte 9, Absatz 51 - Spalte 10, Absatz 52; Abbildungen 2D-2F	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/04/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hedouin, M

INTERNATIONALES RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002638

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1189266	A	20-03-2002	EP	1189266 A1	20-03-2002
			US	2003008478 A1	09-01-2003
			WO	0173831 A1	04-10-2001
			JP	2001345435 A	14-12-2001
			TW	509990 B	11-11-2002
EP 0451993	A	16-10-1991	JP	1915942 C	23-03-1995
			JP	3280538 A	11-12-1991
			JP	6036413 B	11-05-1994
			EP	0451993 A2	16-10-1991
			US	5152857 A	06-10-1992
EP 1107295	A	13-06-2001	CN	1299150 A	13-06-2001
			EP	1107295 A2	13-06-2001
			JP	2001230393 A	24-08-2001
			TW	508690 B	01-11-2002
			US	2001003668 A1	14-06-2001